



## DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIEE EN VERTU DU TRAITE DE COOPERATION EN MATIERE DE BREVETS (PCT)

(51) Classification internationale des brevets <sup>6</sup> : <b>E21B 33/127, 43/10, F16L 55/165</b>		A1	(11) Numéro de publication internationale: <b>WO 96/01937</b> (43) Date de publication internationale: <b>25 janvier 1996 (25.01.96)</b>
<p>(21) Numéro de la demande internationale: <b>PCT/FR95/00902</b></p> <p>(22) Date de dépôt international: <b>6 juillet 1995 (06.07.95)</b></p> <p>(30) Données relatives à la priorité: 94/08691 7 juillet 1994 (07.07.94) FR</p> <p>(71) Déposant (<i>pour tous les Etats désignés sauf US</i>): DRILLFLEX [FR/FR]; ZAC des Monts-Gaultier, 29, rue Lavoisier, F-35230 Châtillon-sur-Seiche (FR).</p> <p>(72) Inventeurs; et</p> <p>(75) Inventeurs/Déposants (<i>US seulement</i>): SALTEL, Jean-Louis [FR/FR]; 12, avenue de la Motte, F-35650 Le Rheu (FR). SIGNORI, Frédéric [FR/FR]; 3, rue de l'Hermitage, F-35650 Le Rheu (FR).</p> <p>(74) Mandataire: LEFAOU, Daniel; Cabinet Régimbeau, Centre d'Affaires Patton, 11, rue Franz-Heller, Boîte postale 19107, F-35019 Rennes Cédex 7 (FR).</p>		<p>(81) Etats désignés: AM, AT, AU, BB, BG, BR, BY, CA, CH, CN, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, GB, GE, HU, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LK, LR, LT, LU, LV, MD, MG, MN, MW, MX, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SI, SK, TJ, TT, UA, US, UZ, VN, brevet européen (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE), brevet OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, ML, MR, NE, SN, TD, TG), brevet ARIPO (KE, MW, SD, SZ, UG).</p> <p><b>Publiée</b> <i>Avec rapport de recherche internationale. Avant l'expiration du délai prévu pour la modification des revendications, sera republiée si de telles modifications sont requises.</i></p>	
<p>(54) Titre: <b>PREFORM, DEVICE AND METHOD FOR CASING A WELL</b></p> <p>(54) Titre: <b>PREFORME, DISPOSITIF ET PROCEDE POUR LE TUBAGE D'UN PUITS</b></p> <p>(57) Abstract</p> <p>A preform comprises, distributed along its wall, annular curable zones (3) which are radially and outwardly deformable so that they apply against the wall (20) of the well (2), or of the conduit, and which form, after curing, anchoring and sealing locks for the casing. Application: casing of wells, particularly oil wells, or conduits, without using cement.</p> <p>(57) Abrégé</p> <p>Cette préforme comporte, réparties le long de sa paroi, des zones annulaires durcissables (3) aptes à se déformer radialement vers l'extérieur pour venir s'appliquer contre la paroi (20) du puits (2), ou de la canalisation, et qui forment après durcissement des verrous d'ancrage et d'étanchéité pour le tubage. Applications: tubage de puits, notamment de forage pétrolier, ou de canalisations, sans utilisation de ciment.</p>			

**UNIQUEMENT A TITRE D'INFORMATION**

Codes utilisés pour identifier les Etats parties au PCT, sur les pages de couverture des brochures publient des demandes internationales en vertu du PCT.

AT	Autriche	GB	Royaume-Uni	MR	Mauritanie
AU	Australie	GE	Géorgie	MW	Malawi
BB	Barbade	GN	Guinée	NE	Niger
BE	Belgique	GR	Grèce	NL	Pays-Bas
BF	Burkina Faso	HU	Hongrie	NO	Norvège
BG	Bulgarie	IE	Irlande	NZ	Nouvelle-Zélande
BJ	Bénin	IT	Italie	PL	Pologne
BR	Brésil	JP	Japan	PT	Portugal
BY	Bélarus	KE	Kenya	RO	Roumanie
CA	Canada	KG	Kirghizstan	RU	Fédération de Russie
CF	République centrafricaine	KP	République populaire démocratique de Corée	SD	Soudan
CG	Congo	KR	République de Corée	SE	Suède
CH	Suisse	KZ	Kazakhstan	SI	Slovénie
CI	Côte d'Ivoire	LI	Liechtenstein	SK	Slovaquie
CM	Cameroun	LK	Sri Lanka	SN	Sénégal
CN	Chine	LU	Luxembourg	TD	Tchad
CS	Tchécoslovaquie	LV	Lettonie	TG	Togo
CZ	République tchèque	MC	Monaco	TJ	Tadjikistan
DE	Allemagne	MD	République de Moldova	TT	Trinité-et-Tobago
DK	Danemark	MG	Madagascar	UA	Ukraine
ES	Espagne	ML	Mali	US	Etats-Unis d'Amérique
FI	Finlande	MN	Mongolie	UZ	Ouzbékistan
FR	France			VN	Viet Nam
GA	Gabon				

## PREFORME, DISPOSITIF ET PROCEDE POUR LE TUBAGE D'UN PUITS

La présente invention concerne une préforme souple qui est dépliable radialement, et durcissable *in situ*, après qu'elle ait été mise en place dans un puits, notamment un puits de forage pétrolier, ou dans une canalisation, pour y constituer un tubage cylindrique.

5 L'invention concerne également le procédé pour mettre en place, ancrer cette préforme dans le puits ou dans la canalisation, et créer une étanchéité entre la préforme et le puits ou la canalisation.

On connaît déjà des préformes dont la paroi est en matériau souple, susceptible d'être repliée sur elle-même de manière à présenter un encombrement radial 10 nettement plus faible que le diamètre du puits ou de la canalisation à tuber, ou à chemiser dans le cas d'une réparation localisée. La préforme est introduite dans le puits ou dans la canalisation à l'état replié. Une fois qu'elle a été positionnée à l'endroit voulu, on la déforme radialement vers l'extérieur, par introduction à l'intérieur de la préforme d'un fluide de gonflage. Sous l'effet de la pression interne, elle prend une forme cylindrique, 15 c'est-à-dire une section circulaire. L'ancre de la préforme ainsi dilatée à l'intérieur du puits ou de la canalisation se fait au moyen d'un ciment que l'on coule dans l'espace annulaire séparant la paroi extérieure de la préforme cylindrique de la paroi du puits ou de la canalisation. Le durcissement à chaud, par polymérisation, de la paroi constitutive de la préforme peut être réalisé soit par introduction d'un liquide chaud à l'intérieur de la 20 préforme, soit par effet Joule au moyen de résistances électriques appropriées disposées dans la préforme, par exemple de fils électriques faisant partie de l'armature de la paroi de la préforme, imprégnée de résine thermodurcissable.

La demande de brevet internationale WO 94/21887 concerne la cimentation d'un tubage de ce type.

25 La cimentation d'une telle préforme de ce type pose plusieurs problèmes. Tout d'abord, elle exige une installation de cimentation relativement sophistiquée et coûteuse.

Par ailleurs, la qualité du ciment doit être parfaite, pour pouvoir s'insérer correctement, et de manière homogène, dans les interstices annulaires, dont l'épaisseur 30 peut être très faible, séparant la paroi de la préforme de la paroi du puits ou de la canalisation.

Enfin, la cimentation n'est pas toujours très fiable, car mal contrôlée sur de grandes longueurs.

L'objectif de la présente invention est de proposer une préforme du genre ci-dessus décrit, pouvant être mise en place et ancrée à l'intérieur du puits ou de la canalisation, sans qu'on n'ait à faire usage d'un ciment.

Cet objectif est atteint, conformément à l'invention, grâce au fait que la préforme comporte, le long de sa paroi, des zones annulaires durcissables aptes à se déformer radialement vers l'extérieur pour venir s'appliquer contre la paroi du puits ou de la canalisation et qui forment, après durcissement, des verrous d'ancrage et d'étanchéité pour le tubage.

Par ailleurs, selon un certain nombre de caractéristiques additionnelles, non limitatives de l'invention :

- la préforme comporte une réserve de résine polymérisable à chaud disposée du côté intérieur et apte à migrer radialement vers l'extérieur à travers la paroi sous l'effet d'une pression interne ;

- elle comporte une peau extérieure élastiquement déformable, dont certains tronçons en forme de manchons ont une aptitude à la déformation radiale nettement plus grande que celle du reste de la peau, ces tronçons réalisant lesdits verrous ;

15 - les tronçons facilement déformables sont en élastomère non renforcé, tandis que le reste de la peau est en élastomère renforcé ;

20 - ladite réserve consiste en des poches annulaires situées en regard desdits tronçons de peau extérieure facilement déformables ;

25 - ladite réserve s'étend tout le long de la préforme, y compris en regard des zones de peau extérieure non facilement déformables ;

- la paroi de la préforme est composée d'une âme en résine polymérisable à chaud et de deux peaux en matériau élastomère, l'une intérieure, l'autre extérieure, ladite réserve contenant la résine étant délimitée par l'âme et par la peau intérieure ;

30 - la préforme est munie de joints d'étanchéité annulaires entourant les zones durcissables destinées à constituer les verrous.

Le procédé selon l'invention, destiné à la mise en place, à l'ancrage, et à la réalisation de l'étanchéité d'une préforme telle que décrite ci-dessus à l'intérieur d'un puits ou d'une canalisation, comprend les étapes suivantes :

35 a) on introduit la préforme à l'état plié dans un puits ou une canalisation cylindrique, dont le diamètre est un peu plus grand que celui de la préforme lorsqu'elle est radialement déployée ;

b) on introduit un fluide sous pression à l'intérieur de la préforme pour l'amener à l'état rigoureusement cylindrique ;

c) on provoque la déformation desdites zones annulaires vers l'extérieur pour les appliquer contre la paroi du puits ou de la canalisation ;

d) on provoque le durcissement de la préforme et des zones annulaires.

De manière avantageuse, à l'étape c) on chauffe la résine contenue dans 5 les poches annulaires de manière à la liquéfier et la faire migrer vers l'extérieur sous l'effet de la pression interne et, à l'étape d), on maintient cette résine et celle constitutive de la paroi de la préforme à la température de polymérisation durant un temps suffisant pour obtenir le durcissement de l'ensemble.

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront de la 10 description et des dessins annexés, qui en représentent, à titre d'exemples non limitatifs, des modes de réalisation préférentiels.

Sur ces dessins :

- la figure 1 est une vue en coupe schématique d'une préforme conforme à 15 l'invention, après introduction et déploiement radial, mais avant ancrage, à l'intérieur d'un puits de forage pétrolier ;

- les figures 2 et 3 sont des sections transversales de la préforme à l'état initial replié, selon deux modes de repliement différents ;

- la figure 4 est une vue similaire à celle des figures 2 et 3, qui représente la préforme radialement déployée, pour prendre une forme cylindrique ;

20 - la figure 5 est une vue partielle, en coupe axiale, de la paroi de la préforme, au niveau d'une zone annulaire durcissable destinée à constituer un verrou d'ancrage, avant qu'elle n'ait été déformée radialement vers l'extérieur ;

- la figure 6 est une vue similaire à la figure 5, représentant la préforme après déformation et durcissement du verrou ;

25 - la figure 7 est une vue schématique d'un tronçon de préforme déployé, qui est équipé de plusieurs joints d'étanchéité au niveau de la zone annulaire durcissable destinée à constituer un verrou d'ancrage ;

- la figure 8 est une vue en coupe longitudinale au niveau du joint, après ancrage et durcissement de la préforme dans un puits.

30 - les figures 9 et 10 sont des vues analogues aux figures 5 et 6 respectivement, représentant une variante de la préforme.

A la figure 1 on a représenté une préforme 1 conforme à l'invention, qui est placée à l'intérieur d'un puits de forage pétrolier 2, dont la paroi cylindrique est référencée 20.

35 La préforme est de type connu, en matériau thermodurcissable, polymérisable à chaud, qui avant mise en place à l'intérieur du puits est repliée longitudinalement de façon à présenter un encombrement radial réduit.

Le pliage peut être réalisé en "U" comme représenté schématiquement à la figure 2, ou en "escargot" comme représenté à la figure 3.

Après mise en place sur la longueur voulue, à l'intérieur du puits 2, la préforme est déployée de manière à prendre une forme cylindrique, comme illustrée aux 5 figures 1 et 4.

Cette dilatation radiale se fait par introduction d'un fluide sous pression dans l'espace intérieur 100 de la préforme. Pour cela, il est prévu une canalisation 4 pénétrant de manière étanche en extrémité supérieure 1a de la préforme, l'amenée de fluide se faisant depuis la surface S du puits. Le fluide utilisé peut être simplement la 10 boue liquide extraite du puits.

L'extrémité basse 1b de la préforme est naturellement obturée par des moyens de fermeture appropriés.

A l'état déployé, la paroi 10 de la préforme présente donc une forme rigoureusement cylindrique, de diamètre calibré. Le diamètre de sa surface extérieure est 15 choisi de manière à être très légèrement inférieur au diamètre de la paroi du puits.

A titre d'exemple, non limitatif, le diamètre externe de la préforme sera de 178 millimètres, tandis que le diamètre de la paroi 20 sera de 184 millimètres.

Il existe donc un jeu annulaire  $j$  dont la valeur radiale est, par exemple, de 3 millimètres.

20 Cet espace annulaire libre sur toute la hauteur de la préforme permet d'évacuer la boue au cours du gonflage.

Selon une caractéristique essentielle de l'invention, la préforme 1 est 25 pourvue de plusieurs zones annulaires durcissables réparties le long de sa paroi, aptes à se déformer radialement vers l'extérieur pour venir s'appliquer contre la paroi 20 du puits de manière à former, après durcissement, des verrous d'ancre et d'étanchéité pour le tubage. Ces verrous sont représentés en traits interrompus et référencés 3 à la figure 1.

Les différents verrous 3 sont espacés de distances  $L_1$ ,  $L_2$  prédéterminées, qui ne sont pas nécessairement égales.

30 A titre indicatif, la préforme a une longueur pouvant atteindre 3 000 mètres.

L'espacement des verrous 3 pourra être compris entre 5 et 50 mètres, par exemple.

La hauteur des verrous sera de l'ordre de 0,5 à 3 mètres.

35 Dans le mode de réalisation représenté aux figures 5 et 6, la paroi 10 de la préforme est constituée d'une âme thermoudurcissable 5 prise en sandwich entre une peau intérieure 6 et une peau extérieure 7.

L'âme 5 est une résine polymérisable à chaud, à l'intérieur de laquelle est noyée une armature de renforcement composée de fibres 50, telles que des fibres de verre ou de carbone, certaines circonférentielles et d'autres longitudinales.

La peau intérieure 6 est en matériau élastomère (caoutchouc synthétique) 5 non renforcé. La peau extérieure 7 est en matériau élastomère, renforcé par un tissu faiblement extensible.

La zone annulaire destinée à constituer le verrou forme un réservoir (poche) délimité d'une part par l'âme 5 et d'autre part par un renflement 6', dirigé vers l'intérieur 100 de la préforme, de la peau intérieure 6. Ce réservoir contient une résine 60, 10 polymérisable à chaud.

En regard du renflement 6', la peau extérieure 7 est interrompue pour être remplacée par un manchon 8. Celui-ci est convenablement relié et fixé, par exemple par collage, à la peau 7. Le manchon 8 est en matériau élastomère non renforcé. Il est donc extensible radialement, contrairement au reste de la peau extérieure 7.

15 A titre indicatif, l'épaisseur de chacune des peaux 6, 7 est de l'ordre de 2 millimètres, tandis que l'âme 5 a une épaisseur comprise entre 5 et 15 millimètres.

La résine 60 est choisie pour posséder une viscosité élevée à température ambiante, et une viscosité faible à température élevée, par exemple à partir de 80°C environ. Elle devient alors liquide et susceptible de migrer à travers l'âme 5 et son 20 armature 50, vers l'extérieur.

L'ancrage de la préforme dans le puits se fait de la manière expliquée ci-après.

On procède tout d'abord au déploiement radial de la préforme, en y 25 introduisant le liquide L, comme déjà dit plus haut. La préforme va donc prendre progressivement une forme cylindrique, tandis que la boue présente à l'intérieur du puits est chassée de l'espace annulaire resté libre et remonte en surface. C'est du reste cette même boue qui peut être utilisée comme liquide de gonflage L, via un circuit de pompage ad hoc.

La pression du liquide L est choisie de telle manière qu'il y ait une 30 différence de pression relativement élevée, par exemple de l'ordre de 10 bars, entre les liquides intérieur et extérieur à la préforme. La préforme est retenue dans sa position correcte à l'intérieur du tube par un appareillage approprié installé en surface, et non représenté.

Ensuite, on procède au chauffage de la paroi de la préforme, soit en 35 substituant au liquide L un liquide chaud, soit par effet Joule, à l'aide de résistances électriques appropriées montées dans la préforme. Cet apport de chaleur va fluidifier la résine 60 contenue dans les poches 6', ainsi que celle de l'âme 5.

Sous l'effet de la pression  $p$  du fluide intérieur, la résine liquide va alors migrer de l'intérieur vers l'extérieur, tout en refoulant la résine constitutive de l'âme 5, à travers cette dernière pour former des hernies annulaires 61 qui vont venir s'appliquer - par l'intermédiaire des tronçons de peau 8 facilement déformables - contre la paroi 20, 5 avec une pression relativement forte. Bien entendu, la capacité des réservoirs et, corrélativement, le volume de la résine 60 sont choisis suffisants pour combler correctement l'espace annulaire correspondant au jeu  $j$ , et déformer suffisamment les verrous 3 vers l'extérieur, contre la paroi 20. Les tronçons 8, après expansion radiale, sont référencée 8' sur les dessins.

10 On continue ensuite à apporter à la préforme et au verrou les calories nécessaires, pendant une durée suffisante - généralement de quelques heures - pour obtenir la polymérisation de l'ensemble de la paroi, y compris celle des verrous.

On obtient donc ainsi un tubage rigide à paroi intérieure cylindrique, et dont la paroi extérieure est formée de bourrelets annulaires qui constituent des zones 15 d'ancre et d'étanchéité du tubage dans le puits 2.

Les opérations finales consistent à enlever le liquide se trouvant à l'intérieur de la préforme, à retirer le conduit 4, et à éliminer les extrémités de préforme haute 1a et basse 1b.

20 La partie 1a peut être enlevée simplement par sciage transversal. La partie basse 1b peut être enlevée par forage axial à l'intérieur du tubage.

Il convient de noter, que la localisation des verrous 3 est parfaitement contrôlée par suite de la présence des manchons 8 dont l'aptitude à l'extension radiale est plus grande que le reste de la peau extérieure 7.

25 La déformation de la peau intérieure 6 vers l'extérieur, à la fin de la migration de la résine vers l'extérieur, est limitée car cette peau 7 va venir prendre appui contre la structure filamentaire 50 de l'âme 5. Ainsi, on est assuré que la paroi intérieure du tubage aura une forme rigoureusement cylindrique sur toute sa hauteur.

Les verrous annulaires seront positionnés à la demande, selon les 30 caractéristiques physiques du puits à tuber, le long de la préforme, notamment en fonction de la disposition de certaines zones aquifères.

Pour améliorer l'étanchéité entre la préforme et la paroi du puits, il est possible de prévoir, au niveau des verrous 3 des joints d'étanchéité.

Cette possibilité est illustrée aux figures 7 et 8. Les manchons dilatables 8 sont garnis d'un ou de plusieurs joints d'étanchéité 9, par exemple au nombre de trois. Il 35 s'agit par exemple de joints souples, aptes à se déployer radialement en même temps que la préforme, pour prendre une forme torique. Après dilatation radiale et durcissement des verrous, les joints se trouvent logés dans une gorge annulaire de la peau extérieure 8',

assurant une parfaite étanchéité à ce niveau. Cette technique d'étanchéité fait l'objet de la demande de brevet n° 94 03629 déposée par la demanderesse le 23 mars 1994. Elle est appliquée ici aux zones d'ancrage de la préforme.

Il convient de noter que la résine 60 peut rester emprisonnée pendant une 5 longue durée à l'intérieur des poches 6', sans risque de dégradation.

Ainsi, les préformes peuvent être stockées sans dommages, mises en place au moment voulu, puis ancrées également au moment voulu. Du reste, il n'est pas nécessaire de réaliser la polymérisation de la préforme et des verrous juste après le déploiement radial de la préforme. Ces opérations peuvent être menées successivement au 10 moment opportun, notamment fonction de la disponibilité du personnel affecté à ces tâches.

Dans la variante de préforme illustrée aux figures 9 et 10, dans lesquelles les mêmes références qu'aux figures 5 et 6 ont été utilisées pour désigner des éléments identiques ou similaires, la réserve de résine polymérisable à chaud 600 n'est pas 15 confinée dans des poches. Au contraire, elle occupe un espace annulaire, entre âme 5 et peau intérieure 6, qui s'étend tout le long de la préforme 7, y compris en vis-à-vis des zones de peau extérieure renforcées, et non facilement déformables (voir figure 9). Lors de l'application de la pression interne p, la résine liquide va migrer à l'intérieur de l'âme 5. Cependant, vers l'extérieur, elle ne va ressortir qu'en regard des tronçons 8 facilement 20 déformables, formant à ce niveau les bourrelets d'ancrage 8'.

Cette variante de préforme est d'un prix de revient plus faible que celui d'une préforme à poches.

A titre indicatif, la peau extérieure 7 a une épaisseur de l'ordre de 2 à 3 mm, l'âme 5 une épaisseur comprise entre 5 et 15 mm, la résine 600 une épaisseur de 25 l'ordre de 0,4 mm et la peau intérieure 6 une épaisseur de l'ordre de 2 mm.

Bien que dans le mode de mise en oeuvre de l'invention qui vient d'être décrit en référence aux dessins, on ait affaire au tubage d'un puits vertical, et plus précisément d'un puits de forage pétrolier, la présente invention s'applique également au tubage de puits souterrains, qui ne sont pas forcément verticaux, et au tubage de 30 canalisations, par exemple de pipe-lines ou de gazoducs en vue de leur réparation in situ par mise en place d'un chemisage interne.

REVENDICATIONS

- 1 . Préforme souple dépliable radialement et durcissable *in situ* après mise en place dans un puits ou une canalisation pour y constituer un tubage cylindrique, caractérisée par le fait qu'elle comporte le long de sa paroi des zones annulaires durcissables (3) aptes à se déformer radialement vers l'extérieur pour venir s'appliquer contre la paroi (20) du puits (2) ou de la canalisation et qui forment après durcissement des verrous d'ancrage et d'étanchéité pour le tubage.  
5
- 2 . Préforme selon la revendication 1, caractérisée par le fait qu'elle comporte une réserve de résine polymérisable à chaud (60, 600) disposée du côté intérieur et apte à migrer radialement vers l'extérieur à travers la paroi (10), sous l'effet d'une pression interne (p).  
10
- 3 . Préforme selon l'une des revendications 1 ou 2, caractérisée par le fait qu'elle comporte une peau extérieure élastiquement déformable (7) dont certains tronçons (8, 8') en forme de manchons, ont une aptitude à la déformation radiale nettement plus grande que celle du reste de la peau (7), ces tronçons réalisant lesdits verrous (3).  
15
- 4 . Préforme selon la revendication 3, caractérisée par le fait que les tronçons (8, 8') facilement déformables sont en élastomère non renforcé, tandis que le reste de la peau (7) est en élastomère renforcé.  
20
- 5 . Préforme selon la revendication 2 d'une part, et 3 ou 4 d'autre part, prises en combinaison, caractérisée par le fait que ladite réserve consiste en des poches annulaires situées en regard desdits tronçons (8) de peau extérieure facilement déformables.  
25
- 6 . Préforme selon la revendication 2 d'une part, et 3 ou 4 d'autre part, prises en combinaison, caractérisée par le fait que ladite réserve (600) s'étend tout le long de la préforme, y compris en regard des zones de peau extérieure non facilement déformables.  
30
- 7 . Préforme selon l'une des revendications 5 ou 6, caractérisée par le fait que la paroi de la préforme est composée d'une âme (5) en résine polymérisable à chaud et de deux peaux en matériau élastomère, l'une intérieure (6), l'autre extérieure (7), ladite réserve contenant la résine (60, 600) étant délimitée par l'âme (5) et par la peau intérieure (6).  
30
- 8 . Préforme selon la revendication 7, caractérisée par le fait que l'âme (5) comporte une armature filamentaire (50) noyée dans la résine.

**9.** Préforme selon l'une des revendications 1 à 8, caractérisée par le fait qu'elle est munie de joints d'étanchéité annulaires (9) entourant les zones durcissables (3) destinées à constituer les verrous.

**10.** Procédé pour mettre en place, ancrer et réaliser l'étanchéité d'une préforme conforme à l'une des revendications précédentes dans un puits ou une canalisation cylindrique, selon lequel :

5        a) on introduit la préforme (1) à l'état plié dans le puits (2) ou la canalisation, dont le diamètre est un peu plus grand que celui de la préforme lorsqu'elle est radialement déployée ;

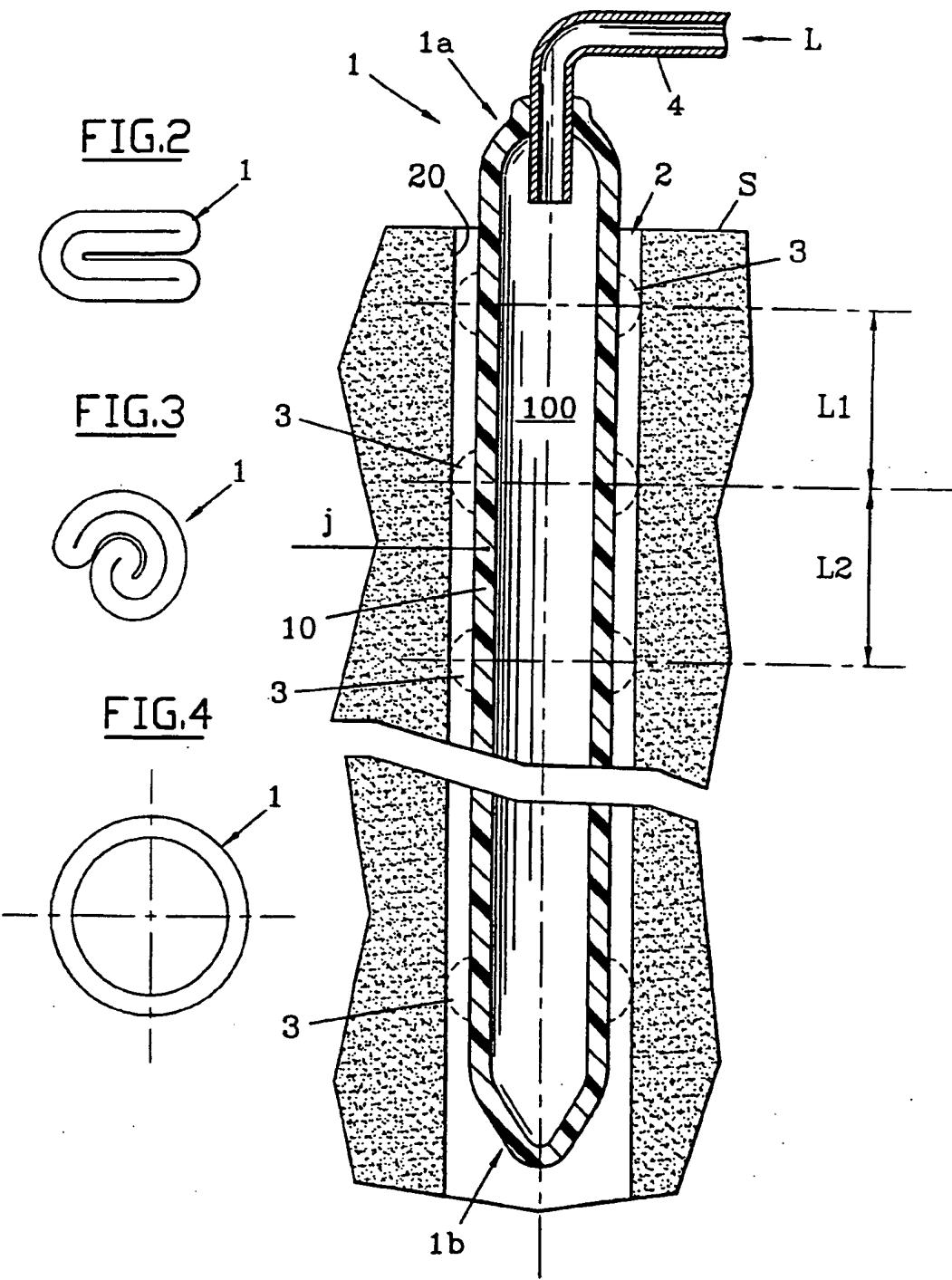
10        b) on introduit un fluide sous pression à l'intérieur de la préforme (1) pour l'amener à l'état rigoureusement cylindrique ;

15        c) on provoque la déformation desdites zones annulaires (3) vers l'extérieur pour les appliquer contre la paroi (20) du puits (2) ou de la canalisation ;

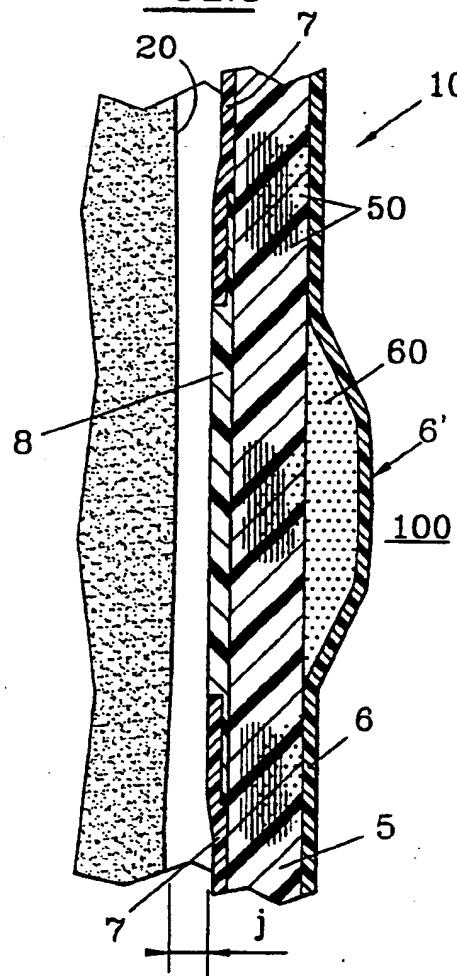
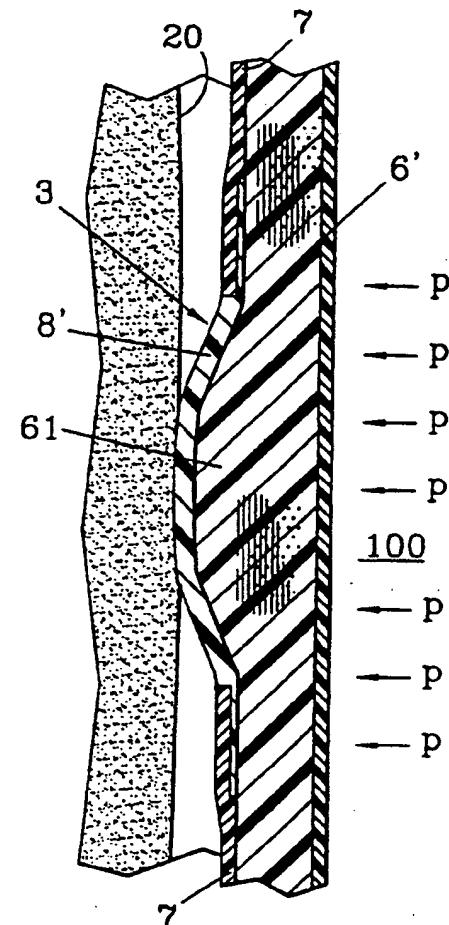
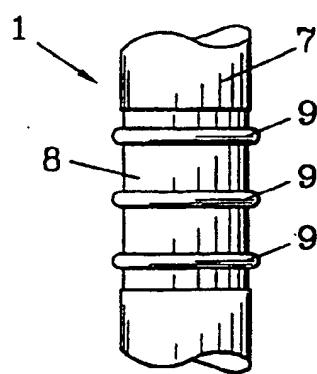
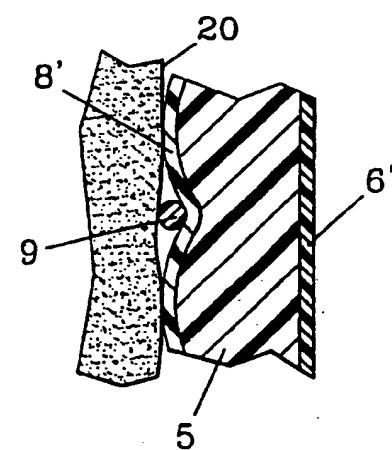
15        d) on provoque le durcissement de la préforme (1) et des zones annulaires (3).

**11.** Procédé selon la revendication 10, appliqué à une préforme conforme à l'une des revendications 5 ou 6, caractérisé par le fait qu'à l'étape c) on chauffe la résine (60) contenue dans les poches annulaires de manière à la liquéfier et la faire migrer vers l'extérieur sous l'effet de la pression interne (p) et qu'à l'étape d) on maintient cette résine et celle constitutive de la paroi de la préforme à la température de polymérisation durant un temps suffisant pour obtenir le durcissement de l'ensemble.

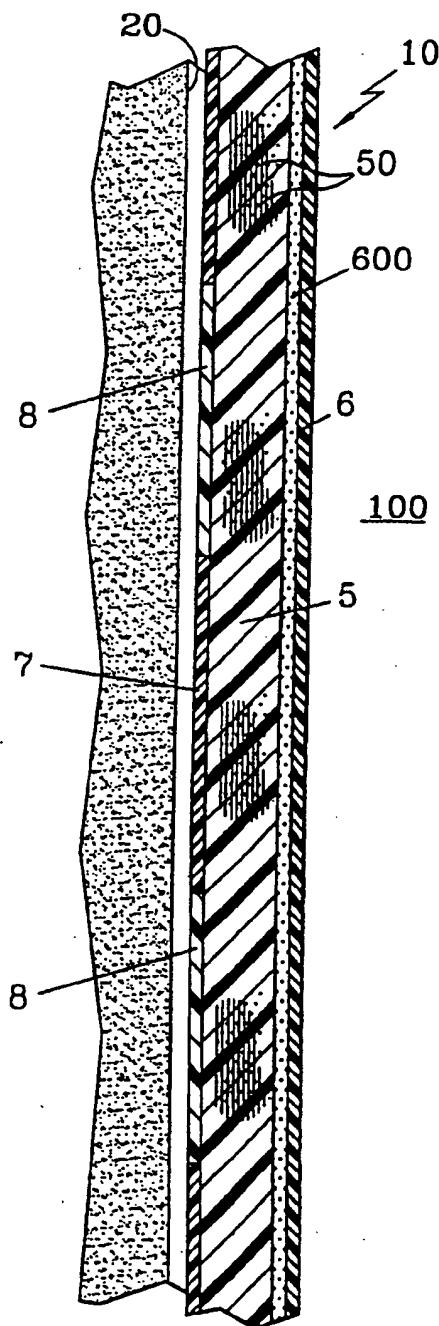
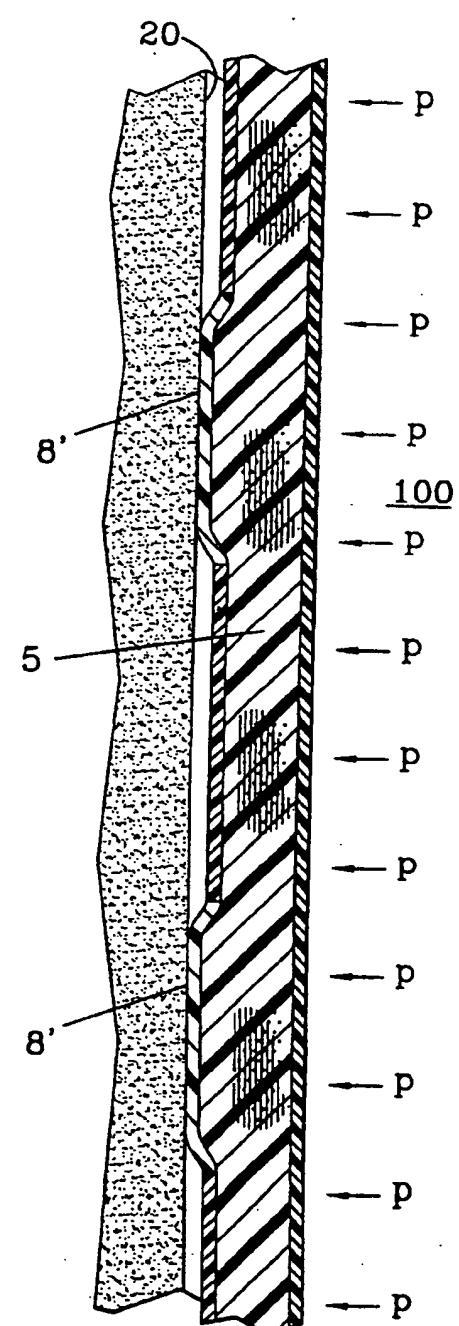
1/3

FIG.1

2/3

FIG.5FIG.6FIG.7FIG.8

3/3

FIG.9FIG.10

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/FR 95/00902

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER		
IPC 6	E21B33/127	E21B43/10
F16L55/165		

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 6	E21B	F16L
-------	------	------

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO,A,91 18180 (NOBILEAU) 28 November 1991 see the whole document ---	1-11
A	EP,A,0 553 558 (ASHIMORI INDUSTRY) 4 August 1993 see the whole document ---	1,10
A	US,A,4 979 570 (MODY) 25 December 1990 see figures ---	1,9
A	EP,A,0 545 703 (OKAHASHI) 9 June 1993 see figures ---	1-7,10
A	FR,A,2 370 225 (N.V. RAYCHEM) 2 June 1978 see the whole document ---	1,10
		-/-

Further documents are listed in the continuation of box C.

Patent family members are listed in annex.

## \* Special categories of cited documents :

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the international filing date
- \*L\* document which may throw doubt on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- \*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- \*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- \*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- \*&\* document member of the same patent family

1

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
15 November 1995	20.11.95
Name and mailing address of the ISA European Patent Office, P.B. 5818 Patentstaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+ 31-70) 340-2040, Tx. 31 631 epo nl, Fax (+ 31-70) 340-3016	Authorized officer  Fonseca Fernandez, H

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (July 1992)

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

National Application No  
PCT/FR 95/00902

C(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DE,U,93 13 379 (UHRIG KANALTECHNIK) 11 November 1993 see figures ---	1
A	US,A,3 963 654 (STANLEY O.) 15 June 1976 ---	
A	EP,A,0 528 328 (HEAD P.) 24 February 1993 -----	

1

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

Information on patent family members

International Application No

PCT/FR 95/00902

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)		Publication date
WO-A-9118180	28-11-91	FR-A-	2662207	22-11-91
		FR-A-	2668241	24-04-92
		FR-A-	2671787	24-07-92
		AU-B-	7962691	10-12-91
		EP-A-	0527932	24-02-93
		US-A-	5337823	16-08-94
EP-A-0553558	04-08-93	JP-A-	5200869	10-08-93
US-A-4979570	25-12-90	AU-B-	625650	16-07-92
		AU-B-	6681890	06-06-91
		CA-A-	2029294	29-05-91
		GB-A, B	2239473	03-07-91
EP-A-0545703	09-06-93	JP-A-	5278177	26-10-93
		JP-A-	6000878	11-01-94
		JP-A-	5154915	22-06-93
		CA-A-	2072173	25-12-92
		US-A-	5334429	02-08-94
FR-A-2370225	02-06-78	GB-A-	1594573	30-07-81
		CA-A-	1098813	07-04-81
		US-A-	4197880	15-04-80
DE-U-9313379	11-11-93	DE-U-	9400793	10-03-94
US-A-3963654	15-06-76	US-A-	3855854	24-12-74
		US-A-	4124547	07-11-78
		AR-A-	201597	31-03-75
		AT-B-	332340	27-09-76
		AU-B-	7047074	08-01-76
		CA-A-	1005755	22-02-77
		DE-A-	2428016	23-01-75
		FR-A, B	2241577	21-03-75
		GB-A-	1458096	08-12-76
		JP-C-	915086	21-07-78
		JP-A-	50034334	02-04-75
		JP-B-	52044572	09-11-77
		NL-A-	7408405	30-12-74

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

Information on patent family members

International Application No

PCT/FR 95/00902

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)		Publication date
EP-A-0528328	24-02-93	GB-A, B US-A-	2258674 5340626	17-02-93 23-08-94

**RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE**

De la Internationale No  
PCT/FR 95/00902

**A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE**  
CIB 6 E21B33/127 E21B43/10 F16L55/165

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

**B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE**

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)  
CIB 6 E21B F16L

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si cela est réalisable, termes de recherche utilisés)

**C. DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS**

Catégorie	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications vues
A	WO,A,91 18180 (NOBILEAU) 28 Novembre 1991 voir le document en entier ---	1-11
A	EP,A,0 553 558 (ASHIMORI INDUSTRY) 4 Août 1993 voir le document en entier ---	1,10
A	US,A,4 979 570 (MODY) 25 Décembre 1990 voir figures ---	1,9
A	EP,A,0 545 703 (OKAHASHI) 9 Juin 1993 voir figures ---	1-7,10
A	FR,A,2 370 225 (N.V. RAYCHEM) 2 Juin 1978 voir le document en entier ---	1,10
		-/-

Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents

Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

**Catégories spéciales de documents cités**

- 'A' document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent
- 'E' document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date
- 'L' document pouvant poser un doute sur une revendication de priorité ou pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)
- 'O' document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens
- 'P' document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

- 'T' document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention
- 'X' document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément
- 'Y' document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier
- 'A' document qui fait partie de la même famille de brevets

1 Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée  15 Novembre 1995	Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale  20.11.95
Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale Office Européen des Brevets, P.B. 5018 Patentam 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tél. (+ 31-70) 340-3040, Tx. 31 651 epo nl. Fax (+ 31-70) 340-3016	Fonctionnaire autorisé  Fonseca Fernandez, H

Formulaire PCT/ISA/210 (deuxième feuille) (juillet 1992)

**RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE**

Demande internationale No  
PCT/FR 95/00902

C.(suite) DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	DE,U,93 13 379 (UHRIG KANALTECHNIK) 11 Novembre 1993 voir figures ---	1
A	US,A,3 963 654 (STANLEY O.) 15 Juin 1976 ---	
A	EP,A,0 528 328 (HEAD P.) 24 Février 1993 -----	

1

**RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE**

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

L'ancien numéro de recherche

PCT/FR 95/00902

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevets		Date de publication
WO-A-9118180	28-11-91	FR-A- FR-A- FR-A- AU-B- EP-A- US-A-	2662207 2668241 2671787 7962691 0527932 5337823	22-11-91 24-04-92 24-07-92 10-12-91 24-02-93 16-08-94
EP-A-0553558	04-08-93	JP-A-	5200869	10-08-93
US-A-4979570	25-12-90	AU-B- AU-B- CA-A- GB-A, B	625650 6681890 2029294 2239473	16-07-92 06-06-91 29-05-91 03-07-91
EP-A-0545703	09-06-93	JP-A- JP-A- JP-A- CA-A- US-A-	5278177 6000878 5154915 2072173 5334429	26-10-93 11-01-94 22-06-93 25-12-92 02-08-94
FR-A-2370225	02-06-78	GB-A- CA-A- US-A-	1594573 1098813 4197880	30-07-81 07-04-81 15-04-80
DE-U-9313379	11-11-93	DE-U-	9400793	10-03-94
US-A-3963654	15-06-76	US-A- US-A- AR-A- AT-B- AU-B- CA-A- DE-A- FR-A, B GB-A- JP-C- JP-A- JP-B- NL-A-	3855854 4124547 201597 332340 7047074 1005755 2428016 2241577 1458096 915086 50034334 52044572 7408405	24-12-74 07-11-78 31-03-75 27-09-76 08-01-76 22-02-77 23-01-75 21-03-75 08-12-76 21-07-78 02-04-75 09-11-77 30-12-74

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Landé Internationale No

PCT/FR 95/00902

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
EP-A-0528328	24-02-93	GB-A, B 2258674 US-A- 5340626	17-02-93 23-08-94

PCT

WORLD INTELLECTUAL PROPERTY ORGANIZATION  
International Bureau

INTERNATIONAL APPLICATION PUBLISHED UNDER THE TERMS OF THE  
PATENT COOPERATION TREATY (PCT)

<b>(51) International Patent Classification<sup>*</sup>:</b> E21B 33/127, 43/10, F16L 55/165		<b>A1</b>	<b>(11) International Publication No.</b> WO 96/01937 <b>(43) Date of International Publication:</b> 25 January 1996 (01.25.96)
<b>(21) International Application Number:</b> PCT/FR95/00902 <b>(22) International Filing Date:</b> 6 JULY 1995 (07.06.95) <b>(30) Priority Information:</b> 94/08691 7 JULY 1994 (07.07.94) FR		<b>(81) Designated Countries:</b> AM, AT, AU, BB, BG, BR, BY, CA, CH, CN, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, GB, GE, HU, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LK, LR, LT, LU, LV, MD, MG, MN, MW, MX, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SI, SK, TJ, TT, UA, US, UZ, VN, European patent (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE), OAPI [Organisation Africaine de la Propriété Intellectuelle: African Intellectual Property Organization] patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, ML, MR, NE, SN, THE DATA, TG), ARIPO [African Regional Industrial Property Association] patent (KE, MW, SD, SZ, UG).  <b>Published:</b> <i>With international search report.</i> <i>Prior to the expiration of the time allowed for amendment of the claims, it will be published if such amendments are received.</i>	
<b>(54) Title:</b> PREFORM, DEVICE AND METHOD FOR CASING A WELL <b>(57) Abstract:</b> [see source document for English]			

## FOR INFORMATION ONLY

Codes used to identify the States that are party to the PCT, on the cover pages of brochures publishing international applications in virtue of the PCT.

[countries mentioned at 81 on the cover page]

AM = Armenia	TJ = Tajikistan
AT = Austria	TT = Trinidad and Tobago
AU = Australia	UA = Ukraine
BB = Barbados	US = United States of America
BG = Bulgaria	UZ = Uzbekistan
BR = Brazil	VN = Vietnam
BY = Belarus	
CA = Canada	AT = Austria
CH = Switzerland	BE = Belgium
CN = China	CH = Switzerland
CZ = Czech Republic	DE = Germany
DE = Germany	DK = Denmark
DK = Denmark	ES = Spain
EE = Estonia	FR = France
ES = Spain	GB = United Kingdom
FI = Finland	GR = Greece
GB = United Kingdom	IE = Ireland
GE = Georgia	IT = Italy
HU = Hungary	LU = Luxembourg
JP = Japan	MC = Monaco
KE = Kenya	NL = The Netherlands
KG = Kyrgyzstan	PT = Portugal
KP = North Korea	SE = Sweden
KR = South Korea	
KZ = Kazakhstan	BF = Burkina Faso
LK = Sri Lanka	BJ = Benin
LR = Liberia	CF = Central African Republic
LT = Lithuania	CG = Congo
LU = Luxembourg	CI = Ivory Coast
LV = Latvia	CM = Cameroon
MD = Moldova	GA = Gabon
MG = Madagascar	GN = Guinea
MN = Mongolia	ML = Mali
MW = Malawi	MR = Mauritania
MX = Mexico	NE = Niger
NO = Norway	SN = Senegal
NZ = New Zealand	TD = Chad
PL = Poland	TG = Togo
PT = Portugal	
RO = Romania	KE = Kenya
RU = Russian Federation	MW = Malawi
SD = Sudan	SD = Sudan
SE = Sweden	SZ = Swaziland
SI = Slovenia	UG = Uganda
SK = Slovak Republic	

## PREFORM, DEVICE AND METHOD FOR CASING A WELL

5 The present invention concerns a flexible preform that is radially foldable and curable in situ, after it has been placed in a well, particularly an oil well, or in a conduit, in order to constitute a cylindrical casing therein.

The invention also concerns the method for positioning, anchoring this preform in the well or conduit, and creating a seal between the preform and the well or conduit.

10 Already known are preforms the wall of which is a flexible material that can be folded on itself in order to have an overall radial dimension that is significantly smaller than the diameter of the well or conduit to be cased, or to be lined in the case of a localized repair. The preform in its folded state is inserted in the well or conduit. Once it has been positioned at the desired location, it is radially deformed outward by introducing an inflation fluid into the preform. Under the effect of the internal pressure, it takes a cylindrical form, that is, a circular cross section. The anchoring of 15 the expanded preform to the interior of the well or conduit is done by means of a cement that is poured into the annular space separating the outer wall of the cylindrical preform from the wall of the well or conduit. The curing of the preform wall by polymerization can be accomplished either by introducing a hot liquid inside the preform, or by the Joule effect by means of appropriate electrical resistances arranged in the preform, for example electric wires comprising part of the 20 wall structure of the preform, impregnated with heat-setting resin.

International patent application WO 94/21887 concerns cementing a casing of this type.

The cementing of a preform of this type poses several problems.

First, it requires a relatively sophisticated and expensive cementing facility.

Moreover, the quality of the cement must be perfect in order to be able to insert it 25 correctly and homogeneously into the annular interstices, the thickness of which can be very small, separating the wall of the preform from the wall of the well or conduit.

Finally, the cementing is not always very reliable because it is poorly controlled over long lengths.

The objective of the present invention is to propose a preform of the type described above that can be positioned and anchored inside the well or conduit without the need to use 5 cement.

This objective is achieved, according to the invention, due to the fact that the preform has, along its wall, annular curable zones that are radially and outwardly deformable so that they apply against the wall of the well or conduit, and which form, after curing, anchoring and sealing locks for the casing.

10 Moreover, according to a number of additional, non-limiting characteristics of the invention:

– the preform has a reservoir of heat-curable resin on its inner side that can migrate radially outward through the wall under the effect of an internal pressure;

15 – it has an elastically deformable outer skin, certain sleeve-shaped sections of which have a capacity for the radial deformation that is significantly greater than that of the rest of the skin, these sections accomplishing said locks;

– the easily deformable sections are made of non-reinforced elastomer while the rest of the skin is made of reinforced elastomer;

20 – said reservoir consists of annular pockets situated opposite said sections of easily deformable outer skin;

– said reservoir extends the full length of the preform, including opposite the areas of outer skin that are not easily deformable;

25 – the wall of the preform is composed of a heat-curable resin core and two skins made of elastomer material, one inside and one outside, said reservoir containing the resin being delimited by the core and by the inner skin;

– the preform is provided with annular seal rings encircling the curable areas intended to constitute the locks.

The method according to the invention, intended for the positioning, anchoring, and sealing of a preform as described above inside a well or conduit, is comprised of the following 30 steps:

a) the preform in its folded state is inserted in a well or cylindrical conduit, the diameter of which is a little larger than that of the preform when it has been radially deployed;

b) a fluid under pressure is introduced into the preform to change it to a strictly cylindrical state;

c) said annular zones are deformed outward to apply them against the wall of the well or conduit;

d) the preform and the annular zones are cured.

In an advantageous way, in step c) the resin contained in the annular pockets is heated 5 in order to liquefy it and cause it to migrate outward under the effect of the internal pressure, and in step d), this resin and the resin of the wall of the preform are maintained at the polymerization temperature for enough time to obtain the curing of the whole.

Other characteristics and advantages of the invention will appear from the description 10 and the appended drawings, which represent, by way of non-limiting examples, preferential embodiments.

In these drawings:

– Figure 1 is a diagrammatic cross sectional view of a preform according to the invention, after insertion and radial deployment, but before anchoring, inside an oil well;

15 – Figures 2 and 3 are transverse cross sections of the preform in its initial folded state, according to two different methods of folding;

– Figure 4 is a view similar to Figures 2 and 3, which represents the radially deployed preform to take a cylindrical form;

– Figure 5 is a partial view, in axial cross section, of the wall of the preform at one curable annular zone intended to constitute an anchoring lock, prior to being radially deformed outward;

20 – Figure 6 is a view similar to Figure 5, representing the preform after deformation and curing of the lock;

– Figure 7 is a diagrammatic view of a section of deployed preform, which is equipped with several seal rings at the curable annular zone intended to constitute an anchoring lock;

25 – Figure 8 is a longitudinal cross section at the ring, after the preform is anchored and cured in a well.

– Figures 9 and 10 are views similar to Figures 5 and 6, respectively, representing a variant of the preform.

Figure 1 represents a preform 1 according to the invention, which is placed inside an oil well 2, the cylindrical wall of which is referenced as 20.

30 The preform is of a known type, made of thermosetting, heat-curable material, which, prior to being placed inside the well, is folded longitudinally so as to have a reduced radial dimension.

The folding can be done in "U" shape as shown diagrammatically in Figure 2, or "snail" shape as represented in Figure 3.

After being positioned inside the well 2 along the desired length, the preform is deployed so that it takes on a cylindrical form, as illustrated in Figures 1 and 4.

5 This radial expansion is accomplished by introducing a fluid under pressure into the preform's internal space 100. To do this, a conduit 4 is provided that sealably penetrates the preform at its upper end 1a and carries the fluid from the surface S of the well. The fluid used can simply be the liquid mud extracted from the well.

The lower end 1b of the preform is naturally plugged by an appropriate closing means.

10 In its deployed state, the wall 10 of the preform has an strictly cylindrical shape, of specific diameter. The diameter of its outer surface is selected so as to be slightly less than the diameter of the well's wall.

By way of non-limiting example, the outside diameter of the preform will be 178 millimeters, while the diameter of the wall 20 will be 184 millimeters.

15 There is therefore an annular space  $j$  the radial value of which, for example, is 3 millimeters.

This free annular space along the full height of the preform allows the mud to be evacuated during inflation.

According to one essential characteristic of the invention, the preform 1 is provided with 20 several annular curable zones distributed along its wall, which are radially and outwardly deformable so that they apply against the wall 20 of the well, and which after curing, form anchoring and sealing locks for the casing. These locks are represented by broken lines and by references 3 in Figure 1.

The different locks 3 are spaced at predetermined distances  $L_1$ ,  $L_2$  that are not 25 necessarily equal.

By way of example, the preform has a length that can reach 3,000 meters.

The spacing of the locks 3 can be between 5 and 50 meters, for example.

The height of the locks will be on the order of 0.5 to 3 meters.

In the embodiment represented in Figures 5 and 6, the wall 10 of the preform is 30 composed of a heat-setting core 5 sandwiched between an inner skin 6 and an outer skin 7.

The core 5 is a heat-curable resin, inside which is embedded a reinforcing structure composed of fibers 50, such as glass or carbon fibers, some of which are circumferential and others longitudinal.

5 The inner skin 6 is an unreinforced elastomer material (synthetic rubber). The outer skin 7 is an elastomer material reinforced by a slightly expandable fabric.

The annular zone intended to constitute the lock forms a reservoir (pocket) delimited by the core 5 as well as by a bulge 6', toward the interior 100 of the preform, in the inner skin 6. This reservoir contains a heat-curable resin 60.

Opposite the bulge 6', the outer skin 7 is interrupted to be replaced by a sleeve tube 8. 10 This sleeve tube is appropriately connected and attached, for example by gluing, to the skin 7. The sleeve tube 8 is made of an unreinforced elastomer material. It is therefore radially expandable, unlike the rest of the outer skin 7.

By way of example, the thickness of each of the skins 6, 7 is on the order of 2 millimeters, while the core 5 has a thickness of between 5 and 15 millimeters.

15 The resin 60 is selected to have a high viscosity at ambient temperature, and a low viscosity at high temperature, for example above about 80°C. It then becomes liquid and can migrate outward through the core 5 and its reinforcing structure 50.

The anchoring of the preform in the well is done as explained in the following.

First, the preform is radially deployed by introducing the liquid L into it, as already 20 mentioned above. The preform will then progressively take on a cylindrical shape, while the mud present inside the well is forced out of the annular space that remains free, and rises to the surface. The rest of this same mud can be used as the inflation liquid L, by means of a suitable pumping system.

25 The pressure of the liquid L is selected so that there is a relatively high pressure differential, for example on the order of 10 bars, between the liquids inside and outside the preform. The preform is held in its proper position inside the pipe by an appropriate device installed at the surface, and not represented.

Next, the wall of the preform is heated either by replacing the liquid L with a hot liquid, or 30 by the Joule effect using appropriate electrical resistances mounted in the preform. This heat will liquefy the resin 60 contained in the pockets 6', as well as the resin of the core 5.

Under the effect of the pressure  $p$  of the internal fluid, the liquid resin then migrates outward from the interior, while forcing the resin comprising the core 5 through to form annular bulges 61 which will be applied – by means of sections of easily deformable skin 8 – against the wall 20, with a relatively strong pressure. Of course, the capacity of the reservoirs, and 5 correlative, the volume of the resin 60, are chosen so as to be sufficient to correctly fill the annular space  $j$ , and to sufficiently deform the locks 3 in an outward direction against the wall 20. The sections 8, after radial expansion, are referenced 8' in the drawings.

The necessary calories continue to be applied to the preform and to the lock for enough time – usually a few hours – to obtain a curing of the wall assembly, including the locks.

10 Thus, a rigid casing is obtained with cylindrical interior wall, and the outer wall of which is formed of annular rolls that comprise anchoring and sealing zones of the casing in the well 2.

The final operations consist of removing the liquid from inside the preform, withdrawing the conduit 4, and eliminating the upper and lower ends 1a and 1b, respectively, from the preform.

15 The part 1a can be removed simply by transverse sawing. The lower part 1b can be removed by axial boring inside the casing.

It should be noted that the location of the locks 3 is perfectly controlled due to the presence of the sleeve tubes 8, which have a greater ability to extend radially than the rest of the outer skin 7.

20 The outward deformation of the inner skin 6, at the end of the outward migration of the resin, is limited because the skin 7 will come up against the filament structure 50 of the core 5. This ensures that the interior wall of the casing will have a strictly cylindrical shape along its full height.

25 The annular locks will be positioned where desired, depending on the physical characteristics of the well to be cased, along the preform, particularly as a function of the location of certain aquifer zones.

In order to improve the seal between the preform and the wall of the well, seal rings can be provided at the locks 3.

30 This possibility is illustrated in Figures 7 and 8. The expandable sleeve tubes 8 are fitted with one or more seal rings 9, for example three in number. These are flexible rings, for example, capable of being deployed radially at the same time as the preform, to take on a toroidal shape. After radial expansion and curing of the locks, the rings are lodged in an annular groove of the outer skin 8'.

providing a perfect seal at this point. This sealing technique is the object of this applicant's patent application No. 94 03629 filed on March 23, 1994. It is applied here to the anchoring areas of the preform.

It should be noted that the resin 60 can remain enclosed for a long time inside the 5 pockets 6', with no risk of degradation.

The preforms can therefore be stored without damage, put in place whenever desired, then also anchored whenever desired. Furthermore, the preform and locks do not need to be cured until after the radial deployment of the preform. These operations can be performed successively at the proper time, depending on the availability of the personnel assigned to these 10 tasks.

In the preform variant illustrated in Figures 9 and 10, in which the same references as in Figures 5 and 6 were used to designate identical or similar elements, the reserve of heat-curable resin 600 is not confined in the pockets. On the contrary, it occupies an annular space between the core 5 and the inner skin 6, which extends the full length of the preform 7, including opposite 15 the outer reinforced skin areas that are not easily deformable (see Figure 9). During the application of the internal pressure  $p$ , the liquid resin migrates to the inside of the core 5. Toward the exterior, however, it will only push out into the easily deformable sections 8, forming anchoring rolls 8' there.

This preform variant has a lower production cost than a preform with pockets.

20 By way of example, the outer skin 7 has a thickness on the order of 2' to 3 mm, the core 5 has a thickness of between 5 and 15 mm, the resin 600 has a thickness on the order of 0.4 mm and the inner skin 6 has a thickness on the order of 2 mm.

25 Although in the method of implementing the invention that has just been described with reference to the drawings, the casing was for a vertical well, and more specifically an oil well bore-hole, the present invention also applies to the casing of underground wells that are not necessarily vertical, and to the casing of conduits, for example pipelines or gas pipelines, for the purpose of repairing them in situ by installing an internal lining.

CLAIMS

1. Flexible preform that is radially foldable and curable *in situ*, after it has been placed in a well or in a conduit, in order to constitute a cylindrical casing therein, characterized by the fact  
5 that the preform has, along its wall, annular curable zones (3) that are radially and outwardly deformable so that they apply against the wall (20) of the well (2) or conduit, and which form, after curing, anchoring and sealing locks for the casing.
2. Preform according to claim 1, characterized by the fact that it has a reservoir of heat-curable resin (60, 600) on its inner side that can migrate radially outward through the wall (10)  
10 under the effect of an internal pressure (p).
3. Preform according to either of claims 1 or 2, characterized by the fact that it has an elastically deformable outer skin (7), certain sleeve-shaped sections (8, 8') of which have a capacity for the radial deformation that is significantly greater than that of the rest of the skin (7), these sections accomplishing said locks (3).  
15
4. Preform according to claim 3, characterized by the fact that the easily-deformable sections (8, 8') are made of non-reinforced elastomer while the rest of the skin (7) is made of reinforced elastomer.
5. Preform according to claim 2 on the one hand, and to 3 or 4 on the other hand, taken in combination, characterized by the fact that said reservoir consists of annular pockets situated  
20 opposite said sections (8) of easily-deformable outer skin.
6. Preform according to claim 2 on the one hand, and to 3 or 4 on the other hand, taken in combination, characterized by the fact said reservoir (600) extends the full length of the preform, including opposite the areas of outer skin that are not easily deformable.
7. Preform according to either of claims 5 or 6, characterized by the fact that the wall of  
25 the preform is composed of a heat-curable resin core (5) and two skins made of elastomer material, one inside (6) and one outside (7), said reservoir containing the resin (60, 600) being delimited by the core (5) and by the inner skin (6).
8. Preform according to claim 7, characterized by the fact that the core (5) has a filament-type reinforcing structure (50) embedded in the resin.  
30

9. Preform according to any of claims 1 to 8, characterized by the fact that it is provided with annular seal rings (9) encircling the curable zones (3) intended to constitute the locks.

10. Method for the positioning, anchoring, and sealing of a preform as described above  
5 inside a well or cylindrical conduit, according to which:

a) the preform (1) in its folded state is inserted in a well (2) or conduit, the diameter of which is a little larger than that of the preform when it has been radially deployed;

b) a fluid under pressure is introduced into the preform (1) to change it to a strictly cylindrical state;

10 c) said annular zones (3) are deformed outward to apply them against the wall (20) of the well (2) or conduit;

d) the preform (1) and the annular zones (3) are cured.

11. Method according to claim 10, applied to a preform according to either of claims 5 or 6, characterized by the fact that in step c) the resin (60) contained in the annular pockets is  
15 heated in order to liquefy it and cause it to migrate outward under the effect of the internal pressure (p), and that in step d), this resin and the resin of the wall of the preform are maintained at the polymerization temperature for enough time to obtain the curing of the whole.

[see original for figures]

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

[see original for two, 2-page Search Reports in English]



TRANSPERFECT TRANSLATIONS

## AFFIDAVIT OF ACCURACY

I, Kim Stewart, hereby certify that the following is, to the best of my knowledge and belief, true and accurate translations performed by professional translators of the following patents from French to English:

WO 99/25951

WO 97/06346

WO 96/21083

WO 96/01937

WO 94/25655

2 780 751(98 08781)

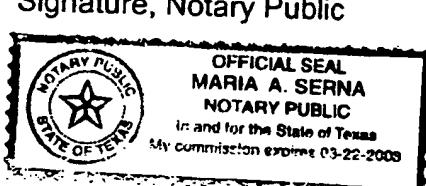
2 717 855(94 03629)

  
Kim Stewart  
TransPerfect Translations, Inc.  
3600 One Houston Center  
1221 McKinney  
Houston, TX 77010

ATLANTA  
BOSTON  
BRUSSELS  
CHICAGO  
DALLAS  
DETROIT  
FRANKFURT  
HOUSTON  
LONDON  
LOS ANGELES  
MIAMI  
MINNEAPOLIS  
NEW YORK  
PARIS  
PHILADELPHIA  
SAN DIEGO  
SAN FRANCISCO  
SEATTLE  
WASHINGTON DC

Sworn to before me this  
23rd day of January 2002.

  
Signature, Notary Public



Stamp, Notary Public

Harris County

Houston, TX